| | |
|---|---|
| Title | 22.結晶2次元核の成長形(パターン形成の運動及び統計,研究会報告) |
| Author(s) | 上羽, 牧夫 |
| Citation | 物性研究 (1986), 46(6): 891-892 |
| Issue Date | 1986-09-20 |
| URL | http://hdl.handle.net/2433/92294 |
| Right | |
| Type | Departmental Bulletin Paper |
| Textversion | publisher |

9) J.C.Heyraud and J.Metois, J. Crystal Growth 50,571 (1980) ; Acta Met. 28,1789 (1980)
10) V.L.Pokrovsky and A.L.Talapov, Phys. Rev. Lett. 42,65 (1979)
11) T.Izuyama and T.Yamamoto, J.Phys.Soc.Jpn. 52,4034 (1983)
12) T.Izuyama and Y.Akutsu, J.Phys.Soc.Jpn. 51,730 (1982)

## 22. 結晶２次元核の成長形

東北大・金研　上 羽 牧 夫

物質と熱の拡散が充分速やかに進む場合，ファセット面上のステップの運動は，異方性をもつ易動度 $\eta(\varphi)$ と自由エネルギー線密度 $\beta(\varphi)$ で決まる：

$$V=\eta\left(F-\frac{\widetilde{\beta}}{R}\right),\quad \left(\widetilde{\beta}=\beta+\frac{d^2\beta}{d\varphi^2}\right).$$

$V$ は法線速度，$F$ は過飽和度に比例する駆動力，$R$ はステップの曲率半径である。臨界核の形状は $F=\widetilde{\beta}/R$ で与えられ，Wulff 作図法で求まる２次元結晶の平衡形である。この臨界核の大きさは $r_c\sim\beta/F$ 程度になる。臨界核が成長し $r\gg r_c$ となるとその形は $V=\eta F$ の形状不変解[1]に近づく。この形は $\widetilde{\eta}/R=(Ft)^{-1}$ を満たし（$\widetilde{\eta}=\eta+\eta''$）平衡法と類似の作図法で求まる。しかしこの漸近形が角を持つ場合には（図１），この近くの $r_c$ 程度の領域

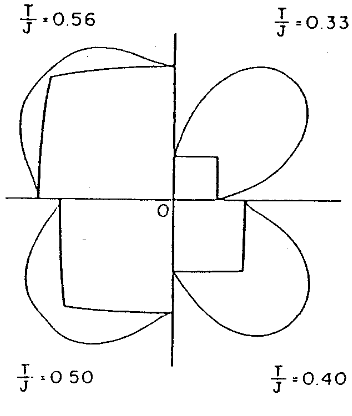


図１　形状不変解が角を持つ例。Kossel 模型の低温 $v$ の近似計算。外側の曲線が $\eta(\varphi)$，内側の太線が漸近形。（1/4ずつ図示した。）

で線張力$\tilde{\beta}/R$が重要になって丸みを帯びた部分が現れる。この部分の形状は，$\tilde{\beta}/R$ によって減速された速度が形状不変の条件を満たすことを使って解析的に求まる。

以上の結果は，ファセットの成長を支配する渦巻状ステップの形状の分析にも応用でき，数値計算[2)]によって見出されている最大・最小曲率半径と中心からの距離の関係を説明する。またKossel模型の低温でのステップ間隔と $r_c$ との簡単な幾何学的関係[2)] も $\eta$ の強い異方性から理解することができる。

ラフニング転移より高温で結晶の成長速度と駆動力の間に比例関係があると，3次元結晶の成長形にも2次元核と同様の議論が成立する。分域の成長の問題も全く同じである。

文　献

1) A. A. Chernov, Kristallografia **7** (1962) 895 [Sov. Phys.-Crystallogr. **7** (1963) 728].
2) H. Müller-Krumbhaar, T. W. Burkhardt and D. M. Kroll, J. Crystal Growth **38** (1977) 13.

## 23. $^4$He における固液界面の動力学

東北大・金研　上 羽 牧 夫

### 1. $^4$He 結晶の平衡状態と結晶成長の特徴[1,2)]

平衡状態の $^4$He では3種の面でファセット形成転移（ラフニング転移）が見つかっている（図1）：1.23Kで{0001}面，0.95Kで{1$\bar{1}$00}面，0.35Kで{1$\bar{1}$01}面。ファセット以外の面は原子的尺度では荒れた状態にあり，結晶成長（または融解）速度は，温度の効果を無視すれば，駆動力である固液の化学ポテンシャル差に比例する。界面を通る質量流速密度を $j$，界面の易動度（成最係数と呼ばれる）を$K$とすれば，

$$j = K(\mu_l - \mu_s) \tag{1}$$

と書ける。超流動相からの $^4$He の結晶成長の特徴は，潜熱がほとんどない，超流動液体が物質の非散逸な輸送をになう，界面の過飽和度が正確に決まるなどの点にある。また$K$の値は通常の物質より10桁ほども大きくなり，$T\to 0$ では結晶成長は散逸なしに進んで$K\to\infty$と考えられる。このように結晶成長が速いので界面の運動がバルクの流体力学的な運動と一体と